

**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Yasutaka ITO

Group Art Unit: 3742

Application No.: 09/917,749

Filed: July 31, 2001

Docket No.: 110575.01

For: CERAMIC HEATER

**CLAIM FOR PRIORITY**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 11-330270 filed November 19, 1999.

Japanese Patent Application No. 11-335641 filed November 26, 1999.

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications:

  X   are filed herewith.

           were filed on            in Parent Application No.            filed           .

           will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,

James A. Oliff

Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini

Registration No. 30,411

JAO:TJP/cmm

Date: November 2, 2001

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

**DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION**

Please grant any extension  
necessary for entry;

Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月19日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第330270号

出 願 人

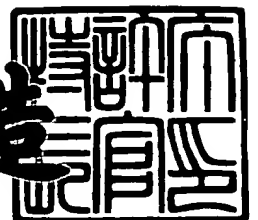
Applicant(s):

イビデン株式会社

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3079176

【書類名】 特許願

【整理番号】 991119P315

【提出日】 平成11年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C04B 35/58

【発明者】

    【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

    【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

    【識別番号】 000000158

    【氏名又は名称】 イビデン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100074332

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤本 昇

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108992

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大内 信雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100109427

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴木 活人

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 022622

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 要約書 1

【物件名】                      図面    1  
【プルーフの要否】            要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックヒータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック基板中に発熱手段が配設されてなるセラミックヒータにおいて、

前記発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に配設されてなることを特徴とするセラミックヒータ。

【請求項 2】 前記発熱手段は、断面扁平形状である請求項 1 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 3】 前記発熱手段は、断面扁平形状であり、位置の最大変位量が 3 ～ 5 0 0  $\mu$  m である請求項 1 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 4】 前記発熱手段は、線状体がらせん形状を構成してなる請求項 1 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 5】 前記発熱手段は、線状体がらせん形状を構成してなり、位置の最大変位量が 5 ～ 2 0 0 0  $\mu$  m である請求項 1 に記載のセラミックヒータ。

【請求項 6】 前記請求項 1 ～ 5 に記載のセラミックヒータは、静電電極を有してなるセラミックヒータ。

【請求項 7】 前記請求項 1 ～ 5 に記載のセラミックヒータは、その表面にチャックトップ導体層を有してなるセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックヒータに関する。さらに詳しくは、半導体製造又は検査工程において使用されるセラミックヒータに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体応用製品は種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、その代表例である半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスラ

イスしてシリコンウエハを作製した後、このシリコンウエハ上に種々の回路等を形成することにより製造される。

#### 【0003】

この種々の回路等は、シリコンウエハ上に導電性薄膜等を形成する際の高周波スパッタリングや、プラズマエッチングの際にシリコンウエハを加熱するためのセラミック焼結体を用いたセラミックヒータが近年よく用いられるようになってきている。

#### 【0004】

このセラミックヒータの一種として、抵抗発熱体(以下、発熱体ということがある)をセラミック基板内部に備えた発熱体内装型セラミックヒータがある。図14に、そのセラミック基板の一例の側面断面構造を示す。図14は、断面扁平形状の発熱体2の長さ方向(紙面に垂直な方向)に対して垂直な面での断面図である。

#### 【0005】

図14に示すように、発熱体内装型セラミックヒータは、セラミック基板51の内部に、導電性物質を含んでなる発熱体2が所定のパターン形状によって同一平面 $P_2$ 上に形成され、その発熱体2のうちの幾つかの一部分に対して凹部58が設けられ、その凹部58に電源接続用端子(図示せず)が接続され、その電源接続用端子には配線を介して電源(図示せず)が接続されている。

#### 【0006】

このような発熱体2を備えたセラミック基板51は、セラミック粉末を含むスラリーから形成するグリーンシートを複数枚積層圧着し焼成してセラミック基板を得る方法を利用して作製する。即ち、グリーンシートの表面上に、指定する任意のパターン形状に従って、発熱体を配設したのち、この発熱体を配設したグリーンシートを挟んで上下にそれぞれグリーンシートの複数枚を適宜に重ね合せてこれらを積層圧着し焼成する。

#### 【0007】

このセラミック基板をヒータとし、このヒータが、有底状のケーシング(図示せず)の開口部に設置されてヒータが構成される。そして、被加熱物であるシリ

コンウエハ(図示せず)をヒータの上面側に載置し、この状態で前記電源接続用端子に通電を行なうことにより、該シリコンウエハが数百℃に加熱されるようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

前記発熱体は、セラミック基板の組織構造的には、セラミック焼結体組織の不連続部となっている。然るに、セラミック基板には、ヒータとしての加熱又は放熱の際の膨張又は収縮という熱衝撃が加わる。この熱衝撃の大きさは $\Delta T$ で表わすが、セラミック基板に発熱体を埋設すると熱衝撃によって $\Delta T$ が150℃程度まで低下してしまうという問題が見られた。

【0009】

本発明は、前述した現状に鑑みてなされたものであり、耐熱衝撃性の優れた内装型発熱体を備えたセラミックヒータを提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは鋭意研究した結果、このような熱衝撃による $\Delta T$ の低下は、セラミック基板とは熱膨張率が異なる発熱体が一層に集中して形成されているためであり、熱衝撃によって応力が発熱体形成層に集中してセラミック基板の $\Delta T$ が低下することが判明した。

耐熱衝撃性に優れたセラミックヒータを得るために基礎的実験事実とした知見は、セラミック基板の厚さ方向での各発熱体の位置を一定に揃えるのではなく、変化を持たせた方が熱衝撃性が優れているという事実である。

【0011】

そこで本発明者らは、各発熱体の位置に変化を持たせた構成及び作製方法を鋭意研究試作し、このセラミック基板中に、後述するような方法で発熱体を設けることにより耐熱衝撃性を向上させることを見出した。

【0012】

即ち、本発明者らが採った手段として、請求項1記載のセラミックヒータは、セラミック基板中に発熱手段が配設されてなるセラミックヒータにおいて、前

記発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に形成されることを特徴とする。

## 【0013】

また、本発明では、前記発熱手段が、該発熱手段と隣接する発熱手段の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位してなることが望ましい。

発熱手段は、断面扁平形状であってもよく(図1、2)、線状体がらせん形状を構成してなるもの(図9(a)(b))であってもよい。発熱手段は1個又は複数の抵抗発熱体を総称している。

## 【0014】

本セラミックヒータにおいては、その厚さ方向での抵抗発熱体の位置を変位させて配設しており、該抵抗発熱体の位置が互いに変位してずれているので、各抵抗発熱体の膨張又は収縮が互いに異なった平面上で生じる。このため、応力の極端な集中が発生しない。

## 【0015】

また、前記厚さ方向での前記抵抗発熱体の位置の最大変位量は断面扁平形状の場合は、 $3 \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲内とすることが望ましい。最大変位量が $3 \mu\text{m}$ 未満では膨張又は収縮の分散の効果が殆ど得られず、 $500 \mu\text{m}$ よりも大きいとセラミック基板全体の均熱性を低下させることがあるので、該範囲内であれば前記位置の変位が小さいずれで、熱衝撃による影響をセラミック基板の厚さ方向で分散させ緩和することができる。以下の各形態での変位量の場合も同様である。

## 【0016】

また、隣接する抵抗発熱体間での変位量は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ とすることが望ましい。

隣接する抵抗発熱体間での変位量は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ とすることにより、熱衝撃による影響をセラミック基板の厚さ方向でより細かく分散させ緩和することができる。

さらに、らせん形状の場合は、最大変位量は $5 \sim 2000 \mu\text{m}$ であることが望ましい。

隣接するらせん形状の抵抗発熱体間での変位量は、 $1 \sim 500 \mu\text{m}$ とすること



が望ましい。

【0017】

変位量は、発熱体が断面扁平形状である場合は、セラミック基板を厚さ方向に切断した断面を研磨し、光学顕微鏡または電子顕微鏡で発熱手段の断面の対角線の交点(図1の(b))を中心点として求め、この中心点間のセラミック基板の厚さ方向の距離 $\delta t$ で定義する。

【0018】

最大変位量 $\delta t_{\max}$ は図2のように、厚さ方向での最低点と最高点の厚さ方向の距離で定義され、隣接する発熱体間の変位量は、図1の(b)や図9の(c)にあるように、隣接する発熱体の断面中心点の厚さ方向の距離 $\delta t$ で定義される。

また、らせん形状の場合、断面を円または楕円とみなしてその中心点を求め、この中心点間のセラミック基板の厚さ方向の距離 $\delta t$ で定義する(図9(c))。

なお、らせん形状の場合、断面が直径の等しい円の連続または長径と短径とがそれぞれ等しい楕円の連続であるとみなした場合、らせんの上端同士または下端同士の変位量で定義してもよい。

【0019】

本発明のセラミックヒータは、1. 前記発熱手段を前記グリーンシートの表面上にスクリーン印刷などで配設したのち、前記発熱手段の少なくとも一部分を覆って塗布及び乾燥してなるペースト層を配設したのち積層圧着し、これを焼結させる方法(図5)、2. 前記発熱手段を前記グリーンシートの表面上にスクリーン印刷などで配設したのち、これらグリーンシートを表面が凸状または凹状に湾曲した成形型に入れて成形し、焼結後、表面を平坦に研磨する方法(図8)、3. グリーンシートあるいは生成形体に発熱体を載置するための深さの異なる溝を形成した後、セラミック粉末を投入し、これを焼結させる方法(図10、図11、図12)等を含むことを特徴とする。

【0020】

1の方法では前記ペースト層を介挿した状態でグリーンシートを積層圧着するので、厚さ方向での発熱体の位置を、ペースト層の厚さ分ずつ互いにずらした状態を容易に作製できる。また、2の方法では、発熱体の位置全体を一括して変位

させることができる。さらに、3の方法では、溝深さで変位量を調整できる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【0022】

本発明に係るセラミックヒータ用のセラミック基板の構成及び製造方法を説明する。以下の説明においては、セラミック基板として窒化アルミニウム焼結体基板を作製する場合を記載するが、セラミック基板の材質は、窒化アルミニウムに限定されるものではなく、その例として、炭化物セラミック、酸化物セラミック、及び窒化アルミニウム以外の窒化物セラミック等を挙げることができる。

【0023】

炭化物セラミックの例としては、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等を挙げることができる。酸化物セラミックの例としては、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等を挙げることができる。窒化物セラミックの例としては、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等を挙げることができる。

【0024】

これらのセラミック材料のうち、一般的には窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が、熱伝導率が高いので、酸化物セラミックよりも好ましい。尚、これらの焼結体基板の材質は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0025】

図1～図3は、本発明に係るセラミック基板の断面構造を、発熱手段としての線条状の発熱体の長さ方向に垂直な面でセラミック基板を厚さ方向に切断した側面断面により示す。図4は、発熱体の上面を含む水平面(図2のPP'、図3のRR')での平面断面により発熱体の平面的な配線パターンを模式的に示す。発熱体は、図1及び図2では8箇所、図3では16箇所に記載しているが、説明上の一例であり、配設箇所数は任意であり、図4では線状に記載しているが、実際は有幅帯状である。

【0026】

図 1 中、符号 21a 及び 21b は、セラミック基板 11 中の平面  $P_{21a}$  及び  $P_{21b}$  上にそれぞれ設けられた発熱体を示す。また、図 4 において、図 1 ～ 図 3 に示すような各発熱体を総称的に符号 20 で示し、符号 3 は発熱体の端子部、符号 8 は半導体ウエハを支持する際の支持ピンの挿通孔をそれぞれ示す。挿通孔 8 に近接した発熱体は、挿通孔 8 を迂回して配設されていることを示す。

## 【 0 0 2 7 】

本発明においては、発熱体は、セラミック基板 11 の厚さ  $t$  方向 (図 1) に関して、発熱体 20 の少なくとも一部分の位置が、他の部分の位置から変位している配置とされている。例えば、図 1 に示す 2 つの平面  $P_{21a}$  及び  $P_{21b}$  が、変位  $\delta t$  を有する配置である。

## 【 0 0 2 8 】

この構成により、セラミック基板 11 の加熱又は放熱の際、発熱体 20 の膨張又は収縮が、互いに  $\delta t$  だけずれた平面  $P_{21a}$  及び  $P_{21b}$  上で生じる。従って、熱衝撃による影響をセラミック基板の厚さ  $t$  方向で分散させ緩和することができ、セラミック基板の耐熱衝撃性が優れているという効果を得る。

## 【 0 0 2 9 】

ここで、セラミック基板の厚さ  $t$  方向での発熱体 20 の位置の変位量  $\delta t$  は、熱衝撃による影響をセラミック基板厚さ方向で分散させ緩和することができるとともにセラミック基板全体の均熱性を維持する観点から、最大変位量が  $3 \sim 500 \mu m$  で、隣接する発熱体との変位量が  $1 \sim 100 \mu m$  である。

このとき、発熱体の厚さは、 $5 \sim 50 \mu m$  である。

## 【 0 0 3 0 】

発熱体の配置のさせ方について説明する。全体的な平面的配置は、図 4 に示すように、同心円状等、任意に設定して配設できる。また、セラミック基板 11 の側面側からみた場合の配置は、図 1、図 2 又は図 3 に示すような配置が可能である。この他にも前記効果を得る配置が設定できる。

## 【 0 0 3 1 】

このとき、図 1 に示した配置であれば、前記効果を得るとともに、従来工程を大きく変更せずに作製しやすいので好適である。図 2 に示した配置であれば、セ

ラミック基板11全体への熱伝導を中心部寄りの発熱体22c 及び22d と、周辺寄りの発熱体22a 及び22b とで、加熱面からの距離を異ならせることができ、例えば図2では、外周側ほど加熱面に近くなることができるので、外周部の温度低下を防止できるため望ましい。また、逆に図8では、内周側ほど加熱面に近くなることができるので、内周発熱体直下に電極を接続させた場合でも内周部の温度低下を防止できるため望ましい。

## 【0032】

また、図3に示すように、互いにずれて変位した発熱体の配置23a 及び23b の組からなる発熱体の群23と、24a 及び24b の組からなる発熱体の群24とのように、発熱体を、セラミック基板の厚さ方向に2群、又は複数群で設けてもよい。

## 【0033】

また、以上の例は、互いに隣接する発熱体同士が、相対的に変位してずれた位置に存在する例であるが、図7の(d)に示すように、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分が、ずれた水平面上に位置する構成も設定し得る。図7に示す構成については、再度後述する。

## 【0034】

さらに、互いに隣接する発熱体同士が、ずれた水平面上に位置する構成と、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分がずれた水平面上に位置する構成とを適宜組合せた構成も設定し得る。

## 【0035】

このような発熱体の互いにずれた配置を得る方法を説明する。図5は、この配置を得る方法の一例を工程順に示す側面断面図である。図中各要素は、焼成前の状態であるので、図1～図4と符号を区別して示した。図5の(a)に示すように、グリーンシート成形法の通常の工程を利用して、発熱体71a の真下位置の下層のグリーンシート61c 上の位置、又は、発熱体71b の真上位置に、発熱体を覆い得るような大きさの領域に、窒化アルミニウム粉末を含むペースト(以下、単にペーストということがある)を塗布及び乾燥してなるペースト層62a 及び62b を配設する。

## 【0036】

次に、図 5 の (b) に示すように、このグリーンシート 61a ~ 61c の上層側に、セラミック基板を構成する所要の複数枚のグリーンシート 61x、61x+1、… (図示は 2 枚のみ)、同様に、下層側に、複数枚のグリーンシート 61y、61y+1、… (図示は 2 枚のみ) を重ね合せて積層圧着してグリーンシート積層体 61 を得るようにして容易に得ることができる。

## 【0037】

尚、このようにペーストによって形成する層を製法に由来してペースト層と記載しているが、塗布後、乾燥した状態ではペースト状ではなく、膜状である。また、図 5 の (b) において、ペースト層 62a 及び 62b は、その層厚による段差が吸収されてグリーンシート積層体 61 の層状構造のうちに一体化されていることを示す意味で破線で示した。ペーストについては再度後述する。

## 【0038】

尚、発熱体の真上位置又は真下位置にペースト層を設けると、ペースト層を直接発熱体に接して設けてもよく、他のグリーンシートを 1 枚又は複数枚適宜介在させてもよい。ただし、発熱体の真下位置にペースト層を設けるとは、グリーンシート表面上にまずペースト層を設けるので、発熱体とペースト層との、設ける順が逆となる。即ち、図 5 の (a) で例示すれば、発熱体 71a とグリーンシート 61b との間にペースト層 62b が入る構成となる。

## 【0039】

以下、発熱体の前記ずれた配置を備えたセラミック基板 11 の一例を作製する製造方法をグリーンシート成形法の工程順に、従来のシート成形法と異なる点について詳細に、以下に説明する。特に説明しない点は、従来と同様である。

## 【0040】

一般に、グリーンシートを製造するには、まず、窒化アルミニウム原料粉末にバインダ及び溶媒等、焼結助剤等が所定の配合組成に従って、それぞれ所定量添加され、これらの混合物をボールミル等に投入して所定時間混合混練することによってスラリーが調製される。窒化アルミニウム原料粉末や、焼結助剤は、従来から知られたものを利用することができる。

## 【0041】

グリーンシート用のバインダとしては、アクリル樹脂系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールのうちから選ばれる少なくとも1種が好ましい。そして、溶媒として $\alpha$ -テルピオーネ、グリコールのうちから選ばれる少なくとも1種が好ましい。本発明においては、バインダとして、アクリル系樹脂を用いる。アクリル系樹脂は、一般に、溶剤等に対する可溶性を有し、シート強度や柔軟性が得やすく、寸法精度が優れていること等の成形性が良好であり、かつ熱分解性に優れているので、セラミック材料の成形等にしばしば用いられるようになってきている。

## 【0042】

一方、成形用下地フィルムはポリエチレンテレフタレート(polyethylene terephthalate、PET)等を基材としてグリーンシートの定厚成形を保証すべく平面性、平滑性と離型性とを備えるよう適切に表面処理されている。

## 【0043】

前記スラリーは、例えば、ドクターブレード法等のシート成形法の定法に従って所定形状のグリーンシートに成形される。このスラリーは、後述するように、前記ペースト層を形成する際の塗布用ペーストとしても用いる。尚、薄層シートを作製する方法はドクターブレード法に限定されず、圧延工程を伴う成形法であってもよい。ドクターブレード法によってグリーンシートを成形するには、ドクターブレード装置や、成形用下地フィルム、乾燥炉等を備えてなるドクターブレード成形機等が用いられる。

## 【0044】

前記スラリーは、ドクターブレード装置と下地フィルムとの間隙から下地フィルムの移送に伴って薄層状に引き出される。このとき、前記間隙によってスラリーの厚さが制御されて定量的にスラリーが下地フィルム上に引出され、下地フィルムとともに乾燥炉に送られる。グリーンシートの厚さは0.1～5mm程度が好ましい。そして、乾燥炉中で、スラリー中に含有される揮発溶剤成分等が乾燥蒸発されてシートが薄層樹脂状となって、グリーンシートが得られる。

## 【0045】

このとき、後述するように、ペースト層を介挿した状態でグリーンシート積層

体として一体化することを行いやすくし、グリーンシート積層体が焼成後にペースト層周辺等で剥離等の欠陥を生じなくする観点から、グリーンシートの厚さは0.2~0.7mm、密度は、1.7~2.3g/cm<sup>3</sup>が好適であり、適度の熱的柔軟性(易変形性)を備えていることが望ましい。

## 【0046】

そのグリーンシートの所望の位置に発熱体を形成する。発熱体は、上面視円形又は矩形等の形状を有し、グリーンシート積層体の焼成後に発熱体を構成し、通電によりジュール発熱し得る導電材料を含有する粘液状の発熱体ペーストを用いてスクリーン印刷法等の定法に従って、グリーンシート表面に指定する任意の各領域に形成される。かかる任意の各領域に対しては、通常、これらをパターン化したマスクを備えたメタルマスクを用いる。

## 【0047】

これらの発熱体ペーストに含有される導電材料としては、タングステン又はモリブデンの炭化物が、酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいので、好適である。また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケル等の何れか、又は、2種以上を併用して用いることができる。これらの導電性セラミック粒子や金属粒子の平均粒子径は0.5~3.0μmである。

## 【0048】

このような発熱体ペーストとして、導電材料85~97重量部、アクリル系樹脂、エチルセルロース、ブチルセロソルブ及びポリビニラールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5~10s重量部、α-テルピオーネ、グリコール、エチルアルコール及びブタノールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5~10重量部混合して均一に混練して調製した発熱体ペーストが好適である。

## 【0049】

また、発熱体は、前記発熱体ペーストが、グリーンシート積層体を構成して一体的に焼成できるので好適であるが、グリーンシート上に形成でき、セラミック基板中に適用できる材質及び形状であれば、他の材料を使用してもよい。

## 【0050】

次に、ペースト層の配設工程及び積層圧着工程について説明する。図6は、グ

リーンシートを積層する際の主要な層だけを上層側から(a)~(c)の順に示した平面図である。図6の(a)は、ペースト層のみを、その配置パターンに従って示しており、このパターンのペースト層62aが図6の(b)の発熱体の72a上に配設されることを表わす。

## 【0051】

尚、発熱体72a及び72bは、図6の(b)では同一平面(紙面)上に描かれているが、積層圧着されたのち、発熱体72aは下層側にずれ、発熱体72bは上層側にずれることになるので、符号を区別して示した。

## 【0052】

ペースト層の配設工程において、まず、図6の(b)に示すパターンに従って、従来と同様に、グリーンシート61b表面上に発熱体72a及び72bを配設する。次に図6の(a)のパターンに従って、窒化アルミニウム粉末を含むペーストを塗布および乾燥してなるペースト層62aを発熱体72a(図6の(b))上に配設し、さらに、グリーンシート61cに図6の(c)のパターンに従ってペースト層62bを配設する。ペースト層は、発熱体を覆う面積広がりをも有することが好ましい。

## 【0053】

即ち、発熱体72aを配設した位置(図6の(b))に対して、グリーンシートを積層圧着した際に真上位置にくる他のグリーンシート上の領域(図6の(a)の62a)、又は、真下位置にくる他のグリーンシート上の領域(図6の(c)の62b)に窒化アルミニウム粉末を含むペーストを塗布及び乾燥してペースト層を形成する。ペースト層の塗布の際、塗布及び乾燥を繰返して(いわゆる重ね塗り)厚さを調整し、ずれ量 $\delta t$ を変えることもできる。

## 【0054】

窒化アルミニウム粉末を含むペーストは、グリーンシートを構成する材料と同一材料を含み、印刷等により塗布し、乾燥することによって窒化アルミニウムの層を特定の領域のみを選択的に形成することができるように、有機バインダ、溶剤を配合して調製したものである。このペーストは、前記スラリーを真空脱泡や加熱により増粘して粘度 $50 \sim 200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  ( $50000 \sim 200000 \text{ cP}$ )として調製することもできる。なお、焼結助剤を添加してもよく、酸化リチ



ウム、酸化カルシウム、酸化ルビジウム、酸化イットリウム、アルミナなどを加えることができる。

## 【 0 0 5 5 】

次に、積層圧着工程について説明する。図 6 の (b) に示す発熱体 72a 及び 72b を配設するグリーンシート 61b を挟むようにして、上層側から下層側へ順に、①何も形成しないグリーンシート (図示せず) を所望の複数枚と、②発熱体 72a の直上に (a) のパターンに従ったペースト層 62a を配設した (b) のグリーンシート 61b と、③下層側に (c) のグリーンシート 61c と、そして、④何も形成しないグリーンシート (図示せず) の所望の複数枚と、を重ね合わせる。

## 【 0 0 5 6 】

こののち、図 6 の (a) ~ (c) の各パターンを、前述したように重ねるようにして、即ち、ペースト層を複数枚のグリーンシート中に介挿した状態で全体を積層し厚さ方向に圧着する。

## 【 0 0 5 7 】

図 2 や図 3 に示したパターンに従ってペースト層を配設してグリーンシート積層体を作製する場合についても、以上の説明の場合と同様に行なう。

## 【 0 0 5 8 】

次に、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分がずれた平面上に位置する構成の場合を説明する。例えば、図 7 に示すように、発熱体 91 を設けたグリーンシート 81b に対して、上層側にパターン 81a によって、ペースト層 82k を発熱体 91 上に配設し、下層側に、グリーンシート 81c 上にペースト層 82h を配設し、図 5 の (b) に示した場合と同様に他のグリーンシートを加えて積層圧着し、図 7 の (d) に示す、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分がずれた部分 91h 及び 91k を備えたグリーンシート積層体を作製する。

## 【 0 0 5 9 】

以上に説明したように、互いに隣接する発熱体同士が、変位して位置する構成を作製する場合と、発熱体の長さ方向に沿って発熱体の一部分が変位して位置する構成を作製する場合との、何れにしても、ペースト層を配設する段階が付加される点が従来と異なり、ペーストはグリーンシートのセラミック粉末と同一材料

であり、ペースト層の塗布及び乾燥は、マスクを準備する必要があるが、よく知られた手法であることから、ペースト層の配設工程は、従来の工程を大きく変更することなく、実施できる。

#### 【0060】

このようにペースト層を配設してセラミック基板の厚さ方向に関して発熱体の位置を選択的にずらすので、定量的に設定することができる。また、いわゆる重ね塗りにより、位置ずれの量を大きくすることもできる。さらに、塗布及び乾燥は、確立された形成技術であり、再現性よく発熱体の位置ずれを得ることができる。

#### 【0061】

また、本発明においては、積層圧着方法は、セラミック基板の厚さ方向の発熱体位置をずらせるようにペースト層を配設すると同時に、ペースト層によって生じる段差をグリーンシートが吸収してグリーンシート積層体になじませるため、熱圧着であることが好ましい。

#### 【0062】

そこで、熱圧着の温度 $130^{\circ}\text{C}$ 、圧力 $7.8\text{MPa}$  ( $80\text{kgf}/\text{cm}^2$ )は、ペースト層をグリーンシート積層体になじませるため好適である。また、グリーンシート積層体は、所望形状に切断されたりして焼成前の生成形体としての最終的な形状に整えられる。

#### 【0063】

以上のような製造方法により、前記ペースト層を介挿した状態でグリーンシートを積層圧着するので、厚さ方向での発熱体の位置を、ペースト層の厚さ分ずつ選択的に互いにずらした状態を容易に作製できる。このように、従来の製造工程を殆ど変更することなく低コストで前記厚さ方向での発熱体の位置のずれ量を可変に設定して再現性よくセラミック基板を作製できる。

#### 【0064】

従って、以上に説明したペースト層の配設工程及び積層圧着工程の方法は、セラミック基板の厚さ方向に関して、発熱体又は複数の発熱体の少なくとも一部分を、その他の部分の位置する水平面からずれた水平面に位置させる際の位置を容

易に定量的にずらすことができる。

【 0 0 6 5 】

こののち、このようにして得られた生成形体は、ルツボ又はセッター等に装入され 3 0 0 ~ 5 0 0 ° C の温度下でバインダー等が所定温度及び所定時間で脱脂分解され、そののち、約 1 8 0 0 ° C にて所定時間焼成される。以上のような工程を経て、発熱体を備えた所望のセラミック基板が作製される。

【 0 0 6 6 】

さらにこののち、従来と同様に、電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合してヒータを完成する。尚、本発明を、電源接続用端子を有するヒータに適用した例によって説明しているが、例えば、セラミック基板表面にチャックトップ導体を、また、セラミック基板内部にグランド電極、ガード電極を形成し、発熱体付きウエハプロバとしてもよい。また、セラミック基板内部に静電電極を埋設して発熱体付き静電チャックとしてもよい。

このように、内装型発熱体を配設した構造と同様の形態の応用製品であれば、本発明は、同様に適用され得る。

【 0 0 6 7 】

ついで別の実施の形態について説明する。この実施の形態では、これまで前述したグリーンシートを積層する点では同一であるが、図 8 に示すように、成型型として、凸面を持つもの 41 及び凹面を持つもの 42 をダイ 40 とともに使用する。

しかも、発熱体のためのペースト層 71 やスルーホールのための貫通孔 74 を配設したグリーンシート 61a の上下にグリーンシート 61b の枚数を 5 ~ 5 0 枚程度増やして加圧 ( 図中矢印 S ) 加熱して焼結させ、反ったセラミック基板 12 を製造し、上下面 12a 及び 12b を研削によって平坦化するのである。凸面 12a または凹面 12b のそり量は、最大変位量を確保するために、 $3 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$  であることが望ましい。

研削量は、 $5 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$  であることが望ましい。平坦度を確保するためである。

【 0 0 6 8 】

図 8 では、発熱体 25 にスルーホール 31 を設け、このスルーホールにコパール製

、ステンレス製の端子32を接続させている。端子からは熱伝導で熱が放散してしまいうため、中央部分の温度が低下しやすいが、図8の構成では、中央部分の発熱体が加熱面に近い位置にあるため、温度が低下しにくいという効果をも有する。

#### 【0069】

さらに別の実施の形態では、図10～図12に示すように、最初に生成形体61を製造し、この生成形体61の表面に種々の深さの溝64を設けておく。この溝は、ドリルのザグリ加工によって形成してもよく、グリーンシートに予め溝を形成しておいてもよい。溝の幅、深さは、発熱体26(らせん形状、又は、コイル、図9の(a)又は(b)参照)の幅と厚さとずれ位置の量とに整合させる。具体的には、コイル26の幅は、1～10mm、厚さは、0.1～2mmであるため、このコイルを嵌め込めるようにする。なおコイル26の断面のアスペクト比(幅/厚さ)は、1～10であることが望ましい。ウエハ加熱面を均一の温度分布にできるからである。隣接する溝の深さを、予め変えておくことにより、発熱体の形成位置を変位させて配設することができる。

#### 【0070】

次に溝に発熱体26(図12に生成形体中に埋設した状態で示す)をはめ込み、セラミック粉10(図11)を発熱体を被覆するように投入し、平坦な面を有する金型43及び44により成形(図12、図中矢印S方向に加圧)し、1600～2000℃、9.8～49MPa(100～500kgf/cm<sup>2</sup>)で加熱、加圧して焼結させる。尚、符号74はスルーホールのための貫通孔を示す。

#### 【0071】

##### 実施例

以下、本発明の実施例を説明するが、本実施例は本発明を限定するものではなく、例示にすぎない。

#### 【0072】

##### (実施例1)

(1)窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製：平均粒径1.1μm)100重量部、イットリア(平均粒径0.4μm)4重量部、アクリル系バインダ11.5重量部

、分散剤 0.5 重量部、及び、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール混合物 53 重量部、を混合したセラミックペースト組成物(粘度 100 Pa·s)を用いてドクターブレード法によって PET 等からなる下地シート上にシート成形を行って厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得た。

グリーンシートには、所定箇所にスルーホール用の穴をパンチングで形成した。

【0073】

(2) 平均粒子径 1  $\mu$ m のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を 3.5 重量、分散剤 0.3 重量部を混合して導電性ペースト A とした。

また、平均粒子径 3  $\mu$ m のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を 3.7 重量、分散剤 0.2 重量部を混合して導電性ペースト B とした。

【0074】

(3) スクリーン印刷法で、導電性ペースト A を発熱体パターンとして印刷し、スルーホール用の穴に導電性ペースト B を充填した。

さらに、発熱体パターンの上に一つおきに(1)のセラミックペースト組成物を厚さ 100、250、1200  $\mu$ m で印刷した。

【0075】

(4) このグリーンシートを 80℃ で 5 時間乾燥させた後、発熱体パターン及びペースト層が形成され、厚さ 0.5 mm のグリーンシートを 20 枚重ね合せし、7.8 MPa (80 kg/cm<sup>2</sup>) の圧力、130℃ の温度で積層圧着して一体化してグリーンシート積層体を作製した。

【0076】

実施例の作製にあたり、発熱体及びペースト層の配置パターンは、図 1 に示した配置パターン、又は、図 2 に示した配置パターンに従い、従来の発熱体が同一平面上のものを比較例とした。

【0077】

(5) こののち、このグリーンシート積層体を窒素ガス中で約 600℃ で 5 時間程度脱脂し、約 1890℃ 且つ圧力 14.7 MPa (150 kg/cm<sup>2</sup>) で 3 時間

ホットプレスし、厚さ 4. 2 mm の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板 11 を得た。この得られたセラミック基板 11 を直径 2 1 0 mm の円板状に切り出し、コパール製の電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合した。

## 【 0 0 7 8 】

(実施例 2)

(1) まず、窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製：平均粒径 1. 1  $\mu\text{m}$ ) 1 0 0 重量部、イットリア(平均粒径 0. 4  $\mu\text{m}$ ) 4 重量部、アクリル系バインダ 1 1. 5 重量部、分散剤 0. 5 重量部、及び、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール混合物 5 3 重量部、を混合した組成物(粘度 1 0 0  $\text{Pa} \cdot \text{s}$ )を用いてドクターブレード法によって P E T 等からなる下地シート上にシート成形を行って厚さ 0. 4 7 mm のグリーンシートを得た。グリーンシートには、所定箇所にスルーホール用の穴をパンチングで形成した。

## 【 0 0 7 9 】

(2) 平均粒子径 1  $\mu\text{m}$  のタングステンカーバイド粒子 1 0 0 重量部、アクリル系バインダ 3. 0 重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を 3. 5 重量、分散剤 0. 3 重量部を混合して導電性ペースト A とした。

また、平均粒子径 3  $\mu\text{m}$  のタングステン粒子 1 0 0 重量部、アクリル系バインダ 1. 9 重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を 3. 7 重量、分散剤 0. 2 重量部を混合して導電性ペースト B とした。

## 【 0 0 8 0 】

(3) スクリーン印刷法で、導電性ペースト A を発熱体パターンとして印刷し、スルーホール用の穴に導電性ペースト B を充填した。

## 【 0 0 8 1 】

(4) 発熱体パターン、導電ペーストを印刷したグリーンシートと印刷していないグリーンシート 3 0 枚を、図 8 のような高低 5 0 0  $\mu\text{m}$  の凸面 41 及び凹面 42 を持つ治具にはめ込み、このグリーンシート積層体を窒素ガス中で約 6 0 0  $^{\circ}\text{C}$  で 5 時間程度脱脂し、約 1 8 9 0  $^{\circ}\text{C}$  且つ圧力 1 4. 7  $\text{MPa}$  (1 5 0  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) で 3 時間ホットプレスし、厚さ 6. 0 mm の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板 11 を得た。この得られたセラミック基板 11 を、両面 1 mm ずつ研削して表面を

平坦度  $3\ \mu\text{m}$  まで平坦化し、さらに直径  $210\ \text{mm}$  の円板状に切り出し、さらに、ウエハ加熱面の反対側の中央部分を研磨して深さ  $1\ \text{mm}$  の凹所33を設け、この凹所33から露出するスルーホールに電源接続用端子を接続し、ケーシングと接合した。

【0082】

(実施例3)

(1)まず、窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製:平均粒径  $1.1\ \mu\text{m}$ )  $100$  重量部、イットリア(平均粒径  $0.4\ \mu\text{m}$ )  $4$  重量部、アクリル系バインダ  $11.5$  重量部を成形型に入れて、圧力  $14.7\ \text{MPa}$  ( $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ ) で加圧して厚さ  $7\ \text{mm}$  の生成形体を得た。

【0083】

(2)ついで、この生成形体の表面を直径  $2.5\ \text{mm}$  のドリルで渦巻き状にザグリ加工した。深さは、1周おきに、 $0.5\ \text{mm}$ 、 $1.7\ \text{mm}$  としたもの、1周おきに  $0.5\ \text{mm}$ 、 $0.75\ \text{mm}$  として加工し、断面が千鳥になるようにした。

【0084】

(3)さらに、タングステン線をらせん状にし、断面の長径  $2.5\ \text{mm}$ 、短径  $0.5\ \text{mm}$  の発熱体を溝にそって配置し、その上から窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製:平均粒径  $1.1\ \mu\text{m}$ )  $100$  重量部、イットリア(平均粒径  $0.4\ \mu\text{m}$ )  $4$  重量部、アクリル系バインダ  $11.5$  重量部の混合粉末を投入し、圧力  $14.7\ \text{MPa}$  ( $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ ) で加圧し、厚さ  $15\ \text{mm}$  の生成形体とした。

(4)ついで、窒素ガス中で約  $600^\circ\text{C}$  で5時間程度脱脂し、約  $1890^\circ\text{C}$  且つ圧力  $14.7\ \text{MPa}$  ( $150\ \text{kg}/\text{cm}^2$ ) で3時間ホットプレスし、厚さ  $6.0\ \text{mm}$  の窒化アルミニウムの板状のセラミック基板11を得た。

【0085】

(比較例1)

基本的に実施例1と同様であるが、セラミックペーストを印刷しなかった。

(比較例2)

基本的に実施例1と同様であるが、セラミックペーストを  $1500\ \mu\text{m}$  の厚さで印刷した。

(比較例 3)

基本的に実施例 3 と同様であるが、ザグリ加工の深さを 0.5 mm で統一した。

(比較例 4)

基本的に実施例 1 と同様であるが、ザグリ加工の深さを 1 周おきに、0.5 mm、6.0 mm とした。

【0086】

そして、実施例の試料及び比較例の試料について、位置ずれ量を断面を光学顕微鏡(SOKIA製 SI-7055MB)によって測定し、熱衝撃試験の結果を表 1 にまとめた。また、発熱させた場合にウエハ加熱面の温度差をサーモビュア(日本データム株式会社製 IR162012-0012)により、測定した。 $\Delta T$ は、次のように測定した。まず、3 mm×4 mm×40 mmの供試体を、発熱体を含むように切出し、この供試体を一定温度(400℃)に加熱し、これを水中に投下して熱衝撃を与え、熱衝撃試験後に、(株)島津製作所製のオートグラフを用いて曲げ強度試験を実施し、急速な強度低下が見られた温度を $\Delta T$ とした。試験結果の一例を図 13 に示す。

表 1 に示すように、実施例の試料について、 $\Delta T = 200^\circ\text{C}$ の優れた耐熱衝撃性を備えたセラミック基板を得た。



【表 1】

	配置	ペースト 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	最大変位量 ( $\mu\text{m}$ )	隣接発熱体 との変位量 ( $\mu\text{m}$ )	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	温度差 ( $^{\circ}\text{C}$ )
実施例 1	千鳥	1 0 0	4 0	4 0	1 9 0	1 0
		2 5 0	1 0 0	1 0 0	2 0 0	8
		1 2 0 0	4 8 0	4 8 0	1 9 0	1 0
実施例 2	上凸		4 9 8	5 0	2 0 0	8
実施例 3	千鳥		5 0 0	5 0 0	1 9 0	9
	千鳥		1 0 0	1 0 0	1 9 0	8
比較例 1			0	0	1 5 0	9
比較例 2			6 0 0	6 0 0	1 6 0	2 0
比較例 3			0	0	1 5 0	1 0
比較例 4			2 2 0 0	2 2 0 0	1 6 0	2 0

【0 0 8 7】

## 【発明の効果】

本発明に係るセラミック基板は、その厚さ方向に関して、発熱手段の少なくとも一部分が、他の部分より変位した位置に形成されるので、各発熱体の膨張又は収縮が互いにずれた平面上で生じる。従って、熱衝撃による影響をセラミック基板全体で分散させ緩和することができ、耐熱衝撃性の優れたセラミック基板を再現性よく得る効果を奏する。また、表面の均熱性を低下させることもない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

(a)は、本発明の一実施の形態に係るセラミック基板の要部を示す側面断面説明図、(b)は、ずれ量を表わす拡大図。

## 【図 2】

本発明の他の実施の形態に係るセラミック基板の要部を示す側面断面説明図。

## 【図 3】

本発明の他の実施の形態に係るセラミック基板の要部を示す側面断面説明図。

## 【図 4】

本発明の一実施の形態に係るセラミック基板の要部を示す平面断面説明図。

【図 5】

(a)及び(b)は、本発明の一実施の形態に係るセラミック基板における発熱体の位置ずれを作製する工程を順に示す断面説明図。

【図 6】

(a)～(c)は、本発明の一実施の形態に係るセラミック基板におけるペースト層の配置のさせ方を積層順に示す平面説明図。

【図 7】

(a)～(c)は、本発明の他の実施の形態に係るセラミック基板におけるペースト層の配置のさせ方を積層順に示す平面説明図、(d)は、その積層後の側面断面図。

【図 8】

(a)～(d)は、本発明の別の実施の形態に係る製法を工程順に示す断面説明図。

【図 9】

(a)～(c)は、本発明の別の実施の形態を示し、(a)は上面断面図、(b)は側面断面図(図(a)のQ Q面位置)、(c)はずれ量を表わす拡大図。

【図 1 0】

本発明の別の実施の形態に係る製法を示す断面説明図。

【図 1 1】

本発明の別の実施の形態に係る製法を示す断面説明図。

【図 1 2】

本発明の別の実施の形態に係る製法を示す断面説明図。

【図 1 3】

熱衝撃試験後の曲げ強度試験の結果を示すグラフ。

【図 1 4】

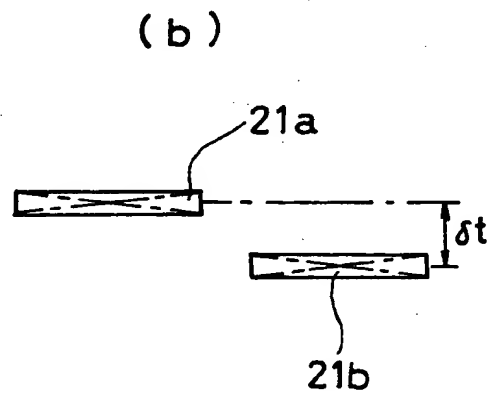
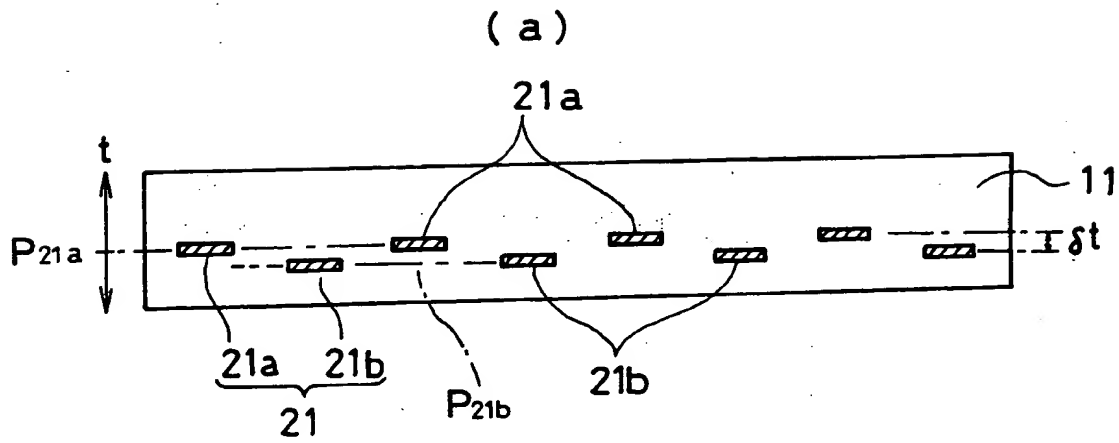
従来のセラミック基板の要部を示す側面断面説明図。

【符号の説明】

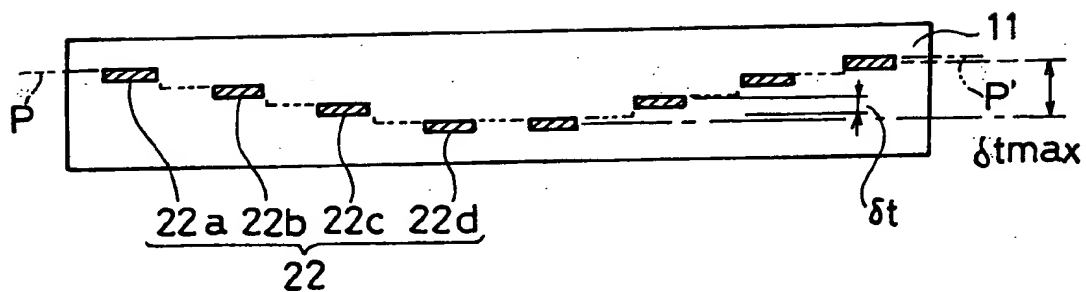
11…セラミック基板、20…発熱体、61…グリーンシート

【書類名】 図面

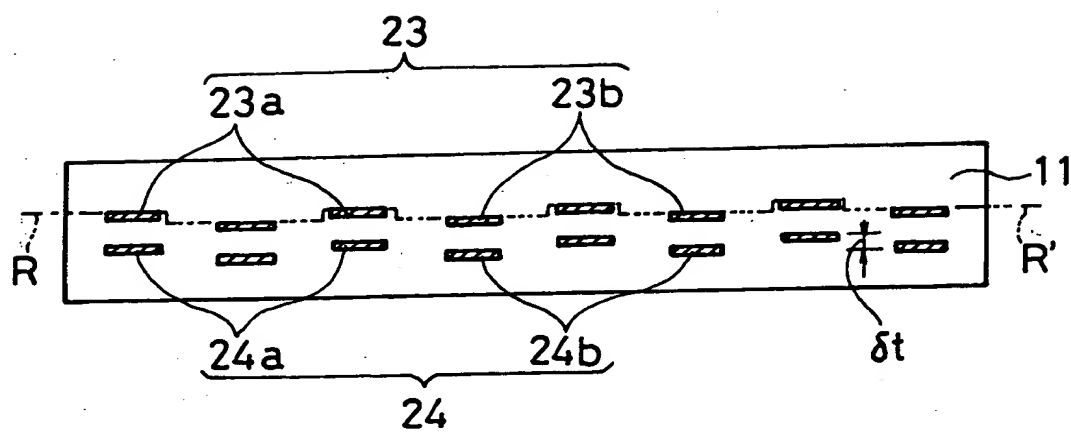
【図 1】



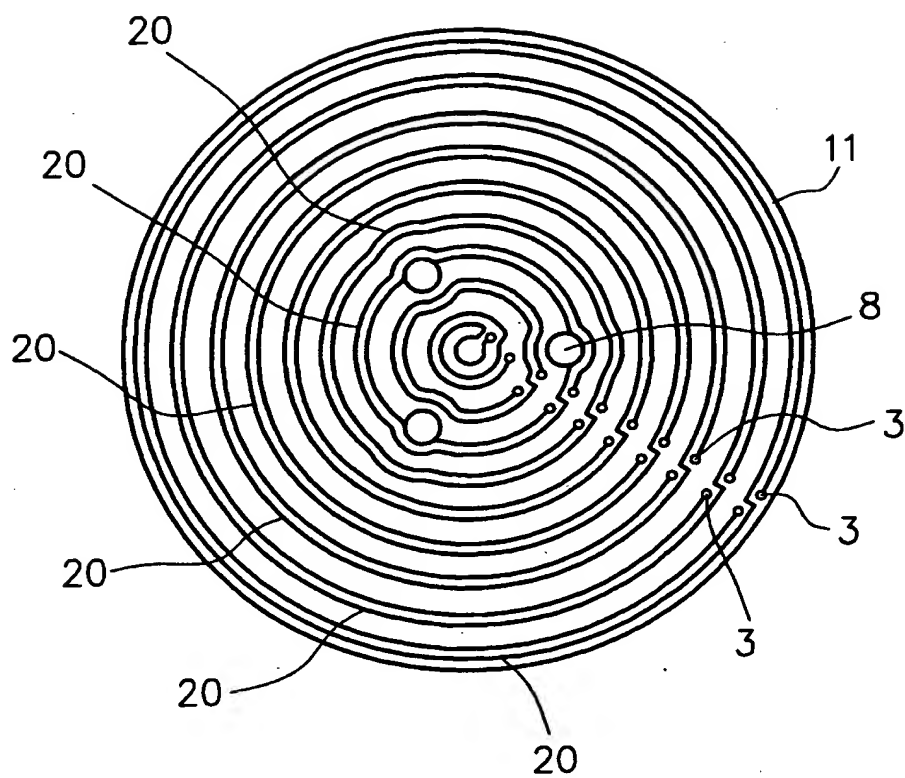
【図 2】



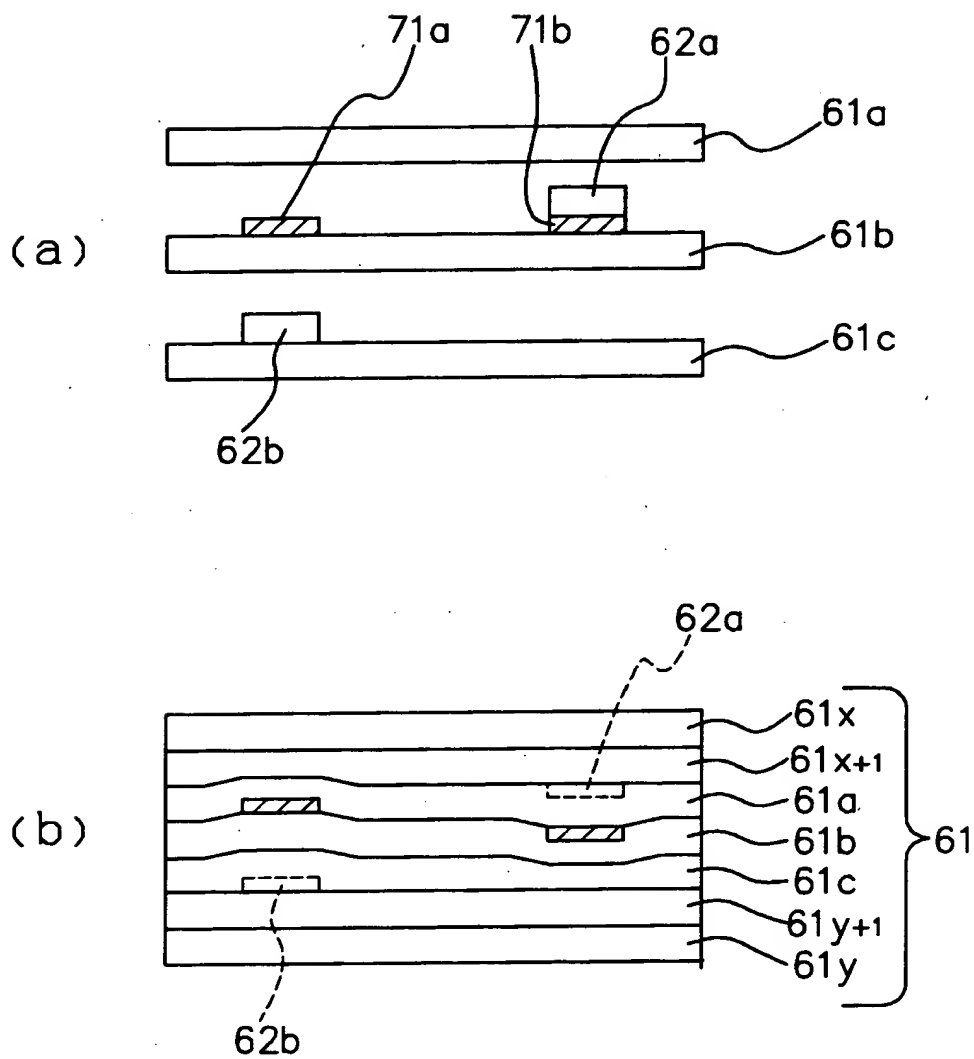
【図 3】



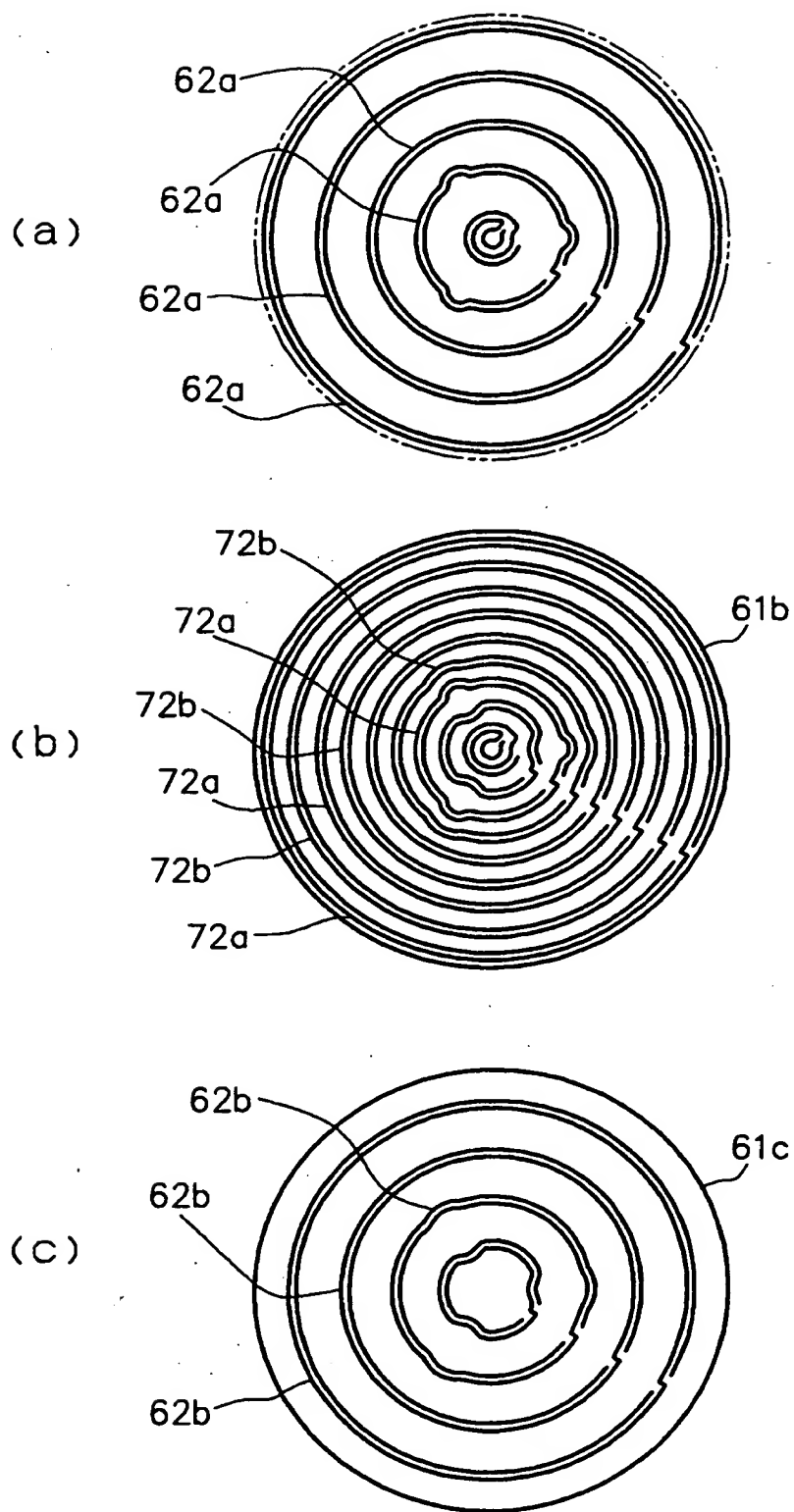
【図 4】



【図 5】

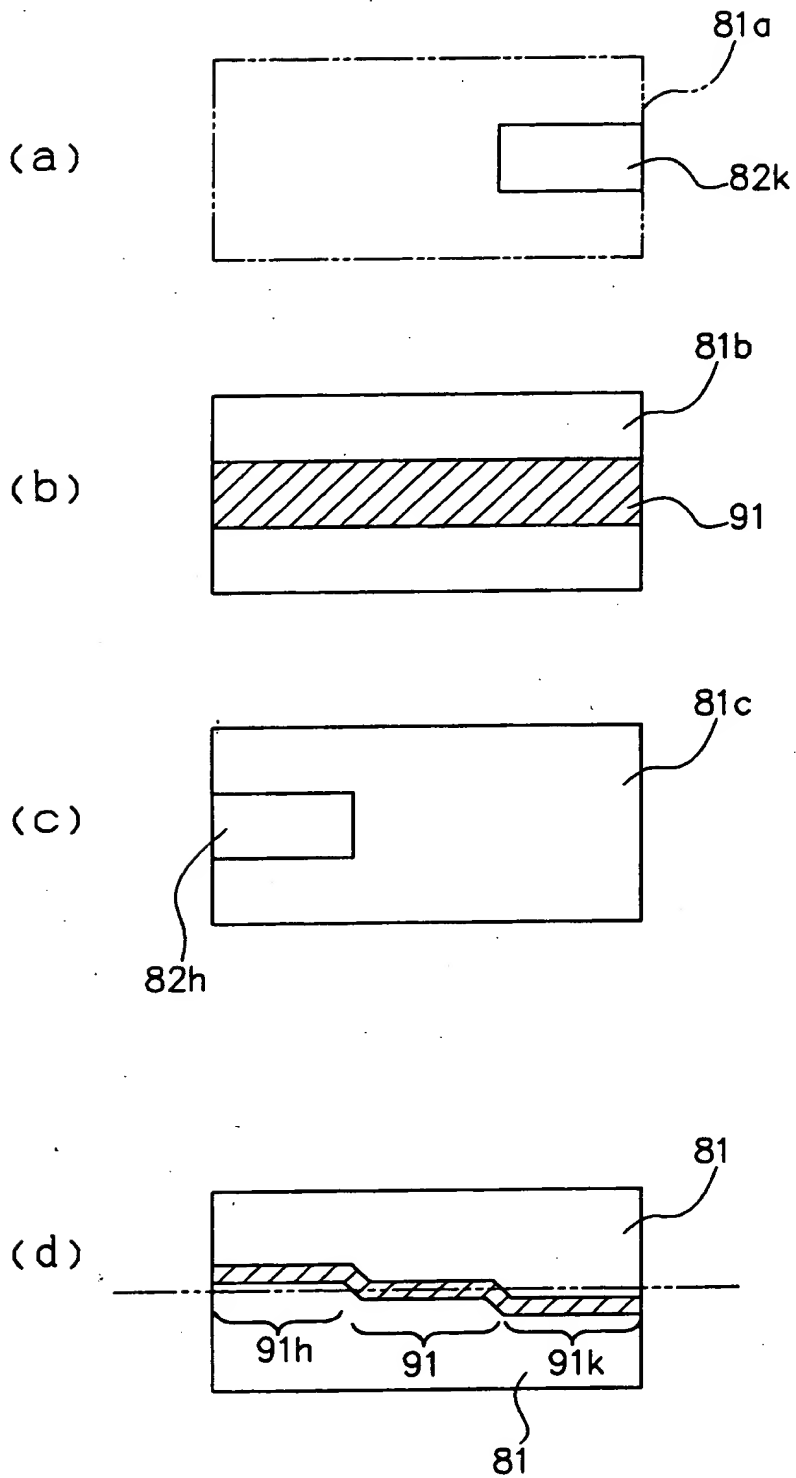


【図 6】

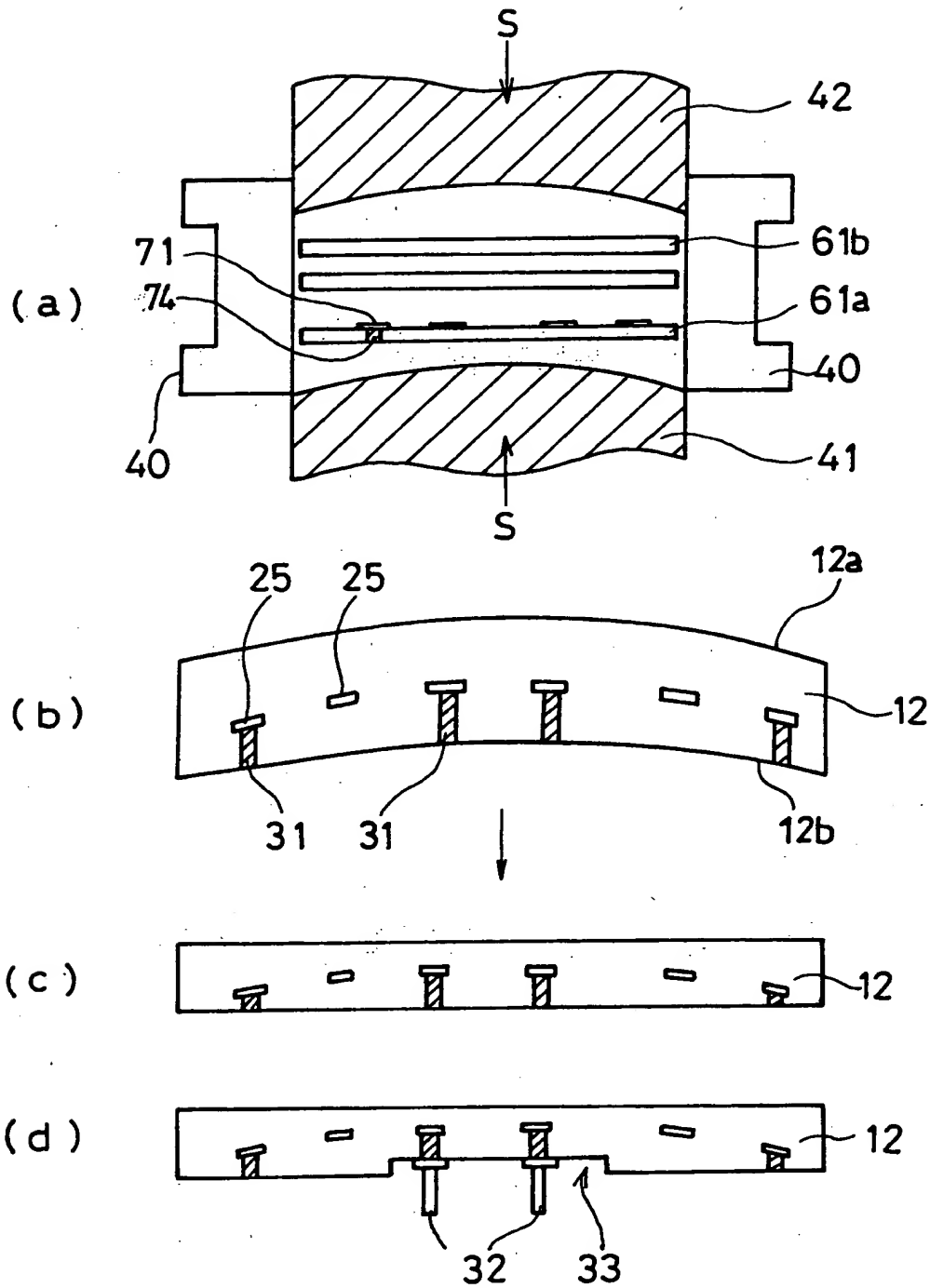




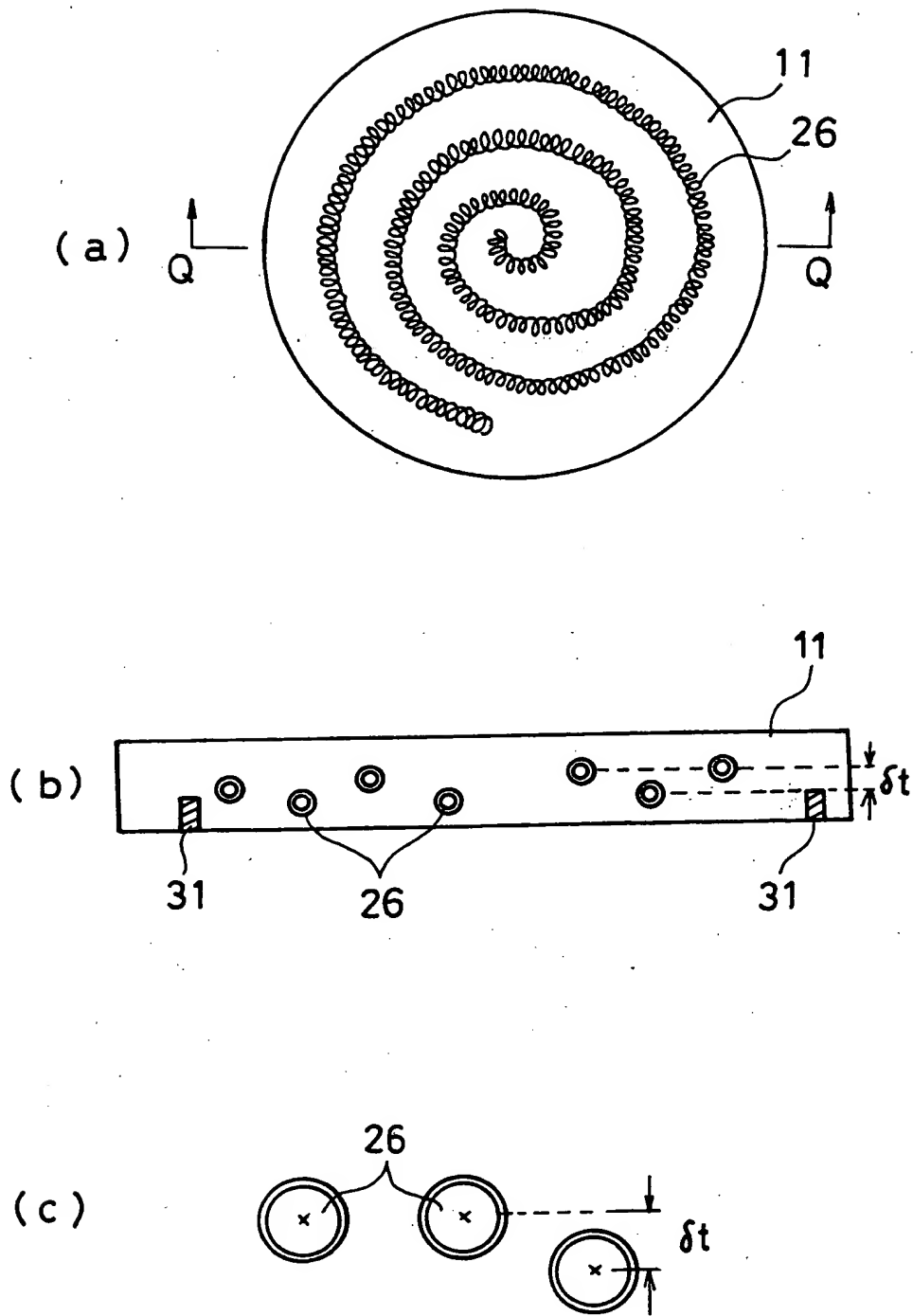
【図 7】



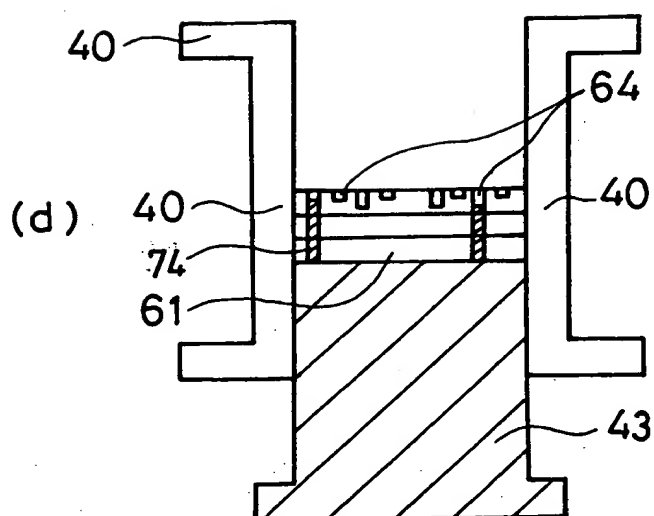
【図 8】



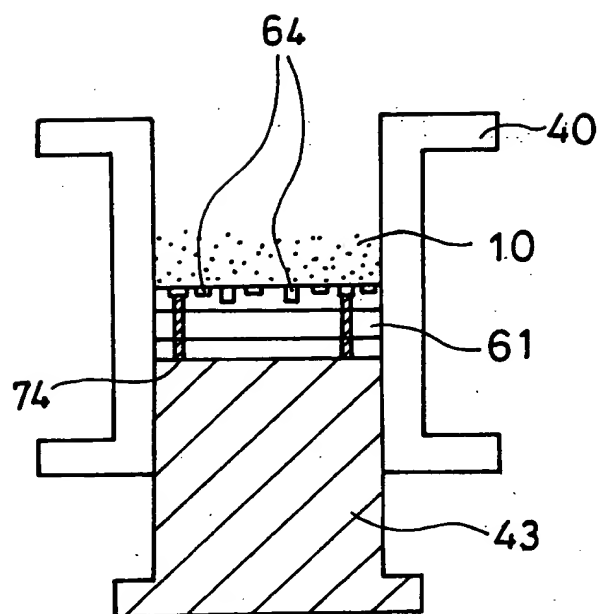
【図 9】



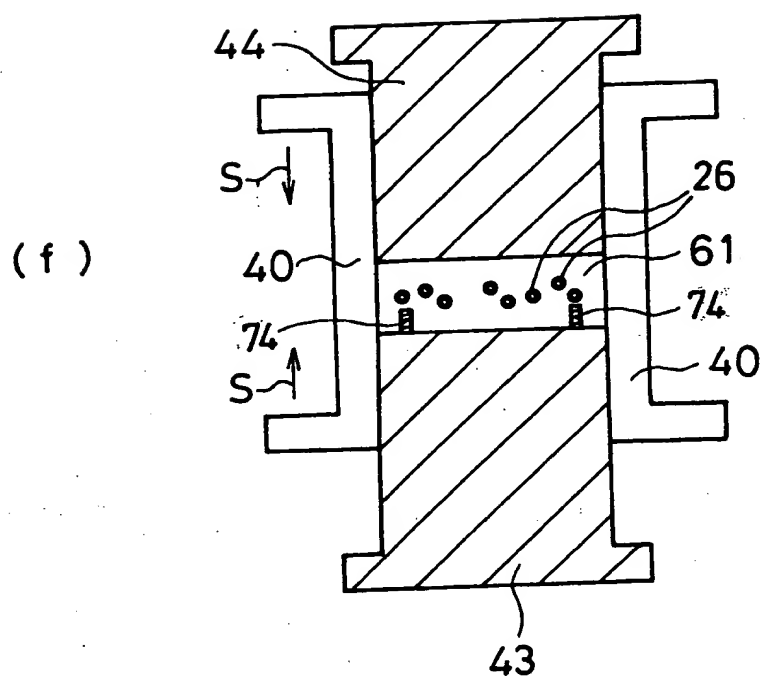
【図 1 0】



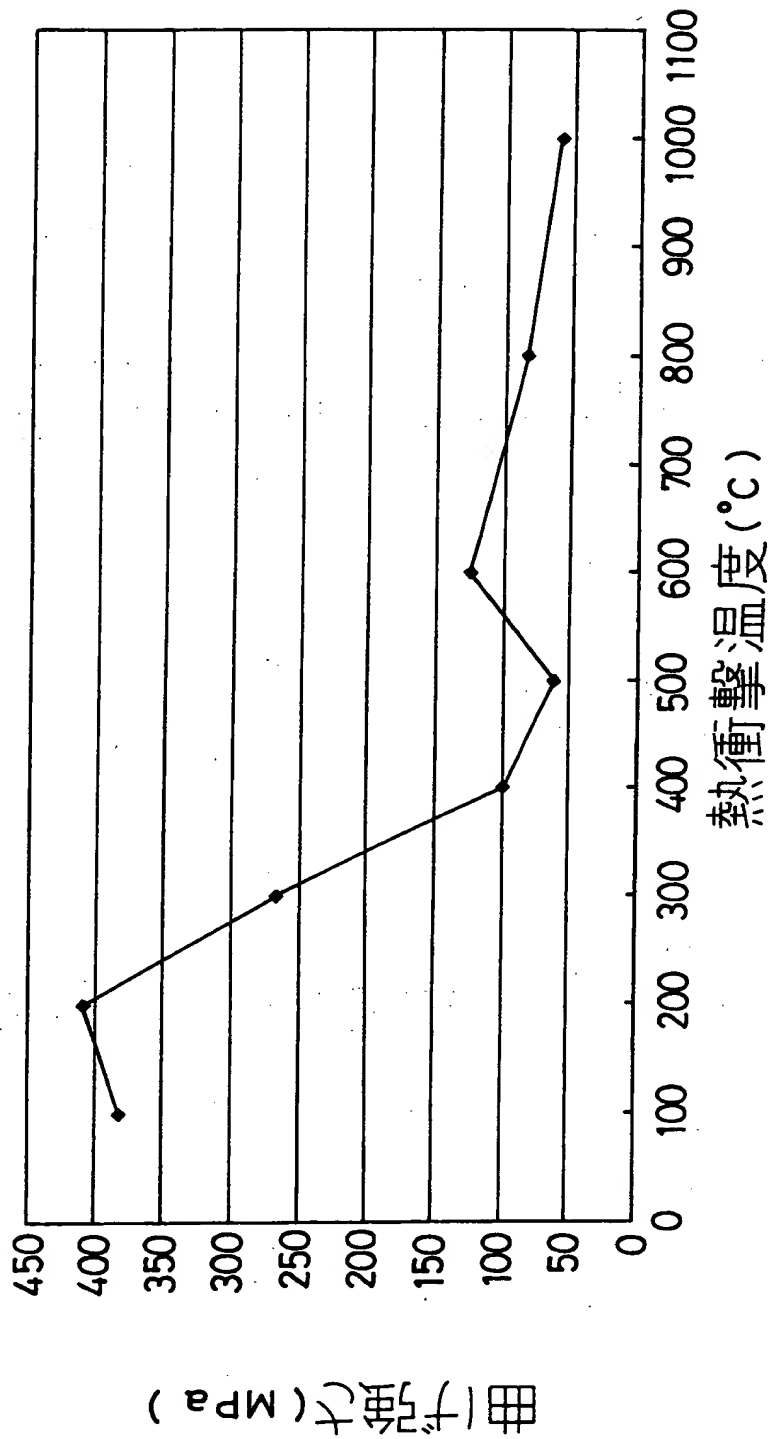
【図 1 1】



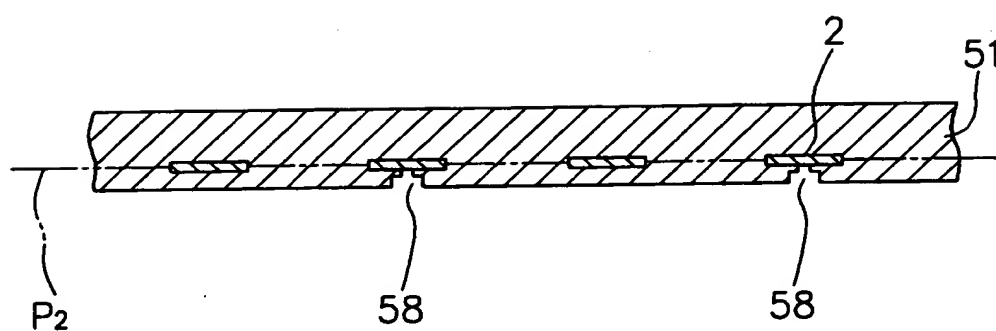
【図 1 2】



【図 13】



【図 1 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐熱衝撃性の優れた内装型発熱体を備えたセラミックヒータを提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明に係るセラミックヒータは、セラミック基板中に発熱手段が配設されてなるセラミックヒータにおいて、前記発熱手段の少なくとも一部分が、該発熱手段の他の部分の位置から前記セラミック基板の厚さ方向に変位した位置に形成されることを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名	イビデン株式会社